Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 5

Artikel: Neue und alte Fragen der Akustik im Bauwesen
Autor: Teodorescu, Paul
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75716

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neue und alte Fragen der Akustik im Bauwesen

Von Paul Teodorescu, Baden

Probleme der Akustik im Bauwesen gab es schon immer, sie sind nicht eine Erscheinung unserer Zeit. Schon in der Antike suchte man nach Lösungen, sei es zur Verbesserung der akustischen Eigenschaften von Räumen für die Darbietung von Theater und Musik oder zur Verbesserung des Schallschutzes von Gebäuden. Gleichzeitig mit der Industrialisierung und Technisierung unserer Welt wuchs die Belastung der Bevölkerung durch technische Geräusche. Ebenfalls wuchs aber auch die Empfindlichkeit gegen Lärm und damit der Wunsch des Bürgers, Ruhe und Entspannung wenigstens im eigenen Heim zu finden.
Zum Schutz gegen Lärm und Erschütterungen sowie gegen andere schädliche oder lästige Einwirkungen wurde das Umweltschutzgesetz erlassen. Es enthält die Bestimmungen für den Schallschutz in bestehenden sowie in geplanten Gebäuden.
Die heutige Energiesituation erfordert eine Senkung des Energieverbrauchs bzw. eine Erhöhung des Wärmeschutzes in Gebäuden. Schallschutz kann aber nicht vom Wärmeschutz getrennt betrachtet werden. Wärmeschutzmassnahmen allein können den Schallschutz verschlechtern. Eine gemeinsame Betrachtung wärme- und schallschutztechnischer Aspekte führt dagegen zu optimalen Lösungen.

Lärmbekämpfung im Laufe der Geschichte

Weitaus die meisten Eindrücke von seiner Umwelt empfängt der Mensch über Auge und Ohr. Somit sind Schallvorgänge und ihre Folgen für ihn ausserordentlich wichtig.

Einen wesentlichen Teil dieses Problemkreises bildet die Akustik im Bauwesen. Zahlreiche Beispiele zeigen, dass sich die Menschen im Laufe der Geschichte ständig mit Fragen der Akustik im Bauwesen beschäftigt haben, entweder zur Verbesserung der akustischen Eigenschaften der Räume für die Darbietung von Theater und Musik oder zur Verbesserung des Schallschutzes in Gebäuden. Die noch bestehenden antiken Amphitheater beweisen, dass unsere Vorfahren bereits im Altertum die optimalen Zuhöreranordnungen kannten, und zwar die Plazierung der Zuhörer auf einer steil ansteigenden Fläche oder des Sprechers auf einem reflektierenden Boden einer erhöhten Anordnung bei ebener Zuhörerfläche. Als Beispiel kann eines der besterhaltenen antiken Theater dienen, nämlich das von Epidauros auf dem Peloponnes in Griechenland. Der innere, etwa 300 v. Chr. erbaute Ring mit einem Anstiegswinkel von 26,2° fasste bereits 6000 Personen, mit dem 100 Jahre später hinzugefügten äusseren Ring (Anstiegswinkel = 26,5°) sind es 14 000 [1]. In diesem Theater finden auch heute noch Aufführungen statt, und man kann sich überzeugen, dass ein guter Schauspieler ohne jede elektroakustische Hilfe mit ausreichender Lautstärke und Deutlichkeit auch auf dem entferntesten Platz zu hören ist.

Ein anderer Beweis - dieses Mal ein literarisches Beispiel - für die Beschäftigung unserer Vorfahren mit dem Schallschutz in Gebäuden sind die Gedichte des römischen Dichters Juvenal aus dem Jahre 58 n. Chr.; Juvenal wirft den Reichen vor, nur sie könnten es sich erlauben, Wohnungen zu bauen, die ausreichenden Schutz gegen störende Geräusche bieten [2].

Die Wohngebiete wurden im Laufe der Geschichte mit Hilfe von Bauverordnungen gegen Lärm geschützt. Zum Beispiel untersagte in den altrömischen Städten 100 v. Chr. eine Bauverordnung den Kupferschmieden, für ihre Werkstätten eine Strasse zu wählen, in welcher ein «Professor» wohnte. Sie verbot auch den Wagenverkehr in Stadtzentren.

Weitere Beispiele sind auch im Laufe späterer Jahrhunderte zu finden: Im Jahre 1617 durften laut Verordnungen der Städte Leipzig und Jena in Strassen, in denen «Doctores» wohnten, keine lärmenden Handwerker ihren Beruf ausüben, um die Forscher nicht zu stören.

In den letzten Jahrzehnten, gleichzeitig mit der Ausdehnung und Vertiefung der Industrialisierung und Technisierung unserer Welt, nahm auch die Belastung der Bevölkerung durch technische Geräusche zu. Ebenfalls wuchs aber auch die Empfindlichkeit gegen Lärm und somit der Wunsch des Bürgers, wenigstens im eigenen Heim die notwendige Ruhe zu finden. Diese kann aber nur durch einen entsprechenden Schallschutz im Gebäude bzw. eine gute Bauakustik gesichert werden.

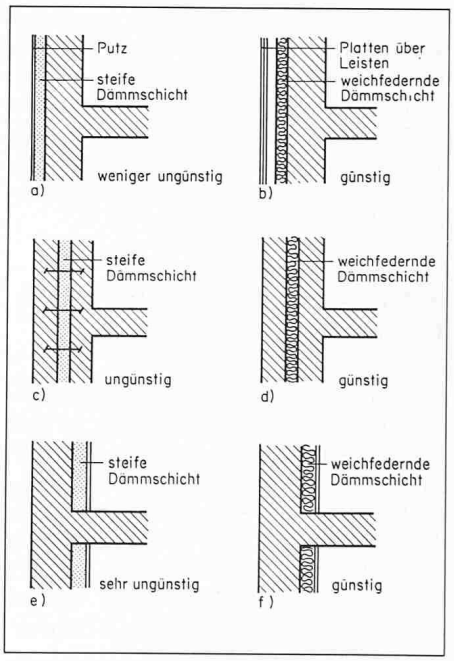
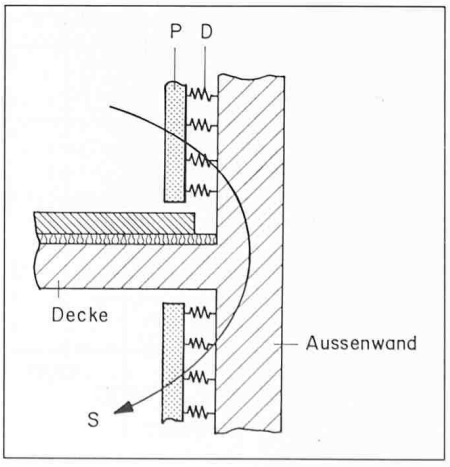


Bild 1. Möglichkeiten der Wärmedämmung von Aussenwänden; a und b) Aussendämmung; c und d) Kerndämmung; e und f) Innendämmung

Bild 2. Resonanzeffekt von wärmedämmenden, steifen Verkleidungen auf der Innenseite der Aussenwand nach [7]



Bundesgesetz über den Umweltschutz

Zum Schutz gegen Lärm und Erschütterungen sowie gegen andere schädliche oder lästige Einwirkungen wurde das Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz) erlassen [3]. Das Umweltschutzgesetz bezweckt auch die Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens.

Dieses Gesetz enthält unter anderem Bestimmungen für den Schallschutz bei bestehenden und geplanten Gebäuden sowie bei Umbauten und Erweiterungen sanierungsbedürftiger Anlagen.

Als Folge des Inkrafttretens des Umweltschutzgesetzes und seiner Verordnungen, die den Lärm bzw. Schallschutz in Gebäuden betreffen (in Vorbereitung), werden die Anzahl und der Umfang der Schalluntersuchungen für die Anpassung an die neuen Forderungen deutlich zunehmen. Im Rahmen der Renovierungen wird auch der Schallschutz in sanierungsbedürftigen Gebäuden entsprechend verbessert. Deshalb werden im folgenden einige Schallschutzmassnahmen für bestehende Gebäude beschrieben.

Schallschutzmassnahmen bei der Renovierung alter Gebäude

Die Renovierung von sanierungsbedürftigen Gebäuden gewann in den letzten zehn Jahren gegenüber der Erstellung neuer Häuser mehr und mehr an Gewicht. Ein Grund für diese Entwicklung waren die Erhöhungen der Bauland- bzw. Baupreise, die zur Zurückhaltung beim Bau neuer Häuser zugunsten von Renovierungen führten. Ein anderer entscheidender Grund, der in dieselbe Richtung geht, war die enorme Verteuerung des Heizöles in den 70er Jahren. Um Heizkosten zu sparen, wurde die Wärmedämmung an vielen alten Gebäuden durch Renovierung verbessert. Neuen Auftrieb zur Gebäuderenovierung hat aber auch die veränderte Bewusstseinshaltung gegenüber Fragen des Umweltschutzes und des Energiesparens gegeben.

Bei Sanierungen, die durch die Notwendigkeit von Reparaturen und die Verbesserung des Wärmeschutzes ausgelöst werden, liegt es nahe, auch eine Erhöhung des Schallschutzes ins Auge zu fassen. Es scheint aber zunächst, als ob die Forderungen einander widersprechen würden. Dieser Eindruck entsteht, da für die Wärmedämmung leichte Baustoffe, kleine Lufträume und Hohlkörper verwendet werden, für die Schalldämmung dagegen möglichst schwere, massive oder mehrschalige Wände sowie schallschluckende oder schalldämpfende Baustoffe von Vorteil sind. Hier kann eine gemeinsame Betrachtung wärme- und schallschutztechnischer Aspekte zur richtigen Wahl des Bausystems und geeigneter Baumaterialien bzw. Dämmstoffe, also zu einer optimalen Lösung von Bausanierungsproblemen führen.

Die im folgenden beschriebenen Sanierungsmassnahmen, die Bauteile wie Aussen- und Innenwand, Dach, Geschossdecke, Fenster und Tür betreffen, werden vor allem unter schallschutztechnischen Gesichtspunkten diskutiert; wärmeschutztechnische Aspekte werden nur am Rande behandelt [4–9].

Aussenwand

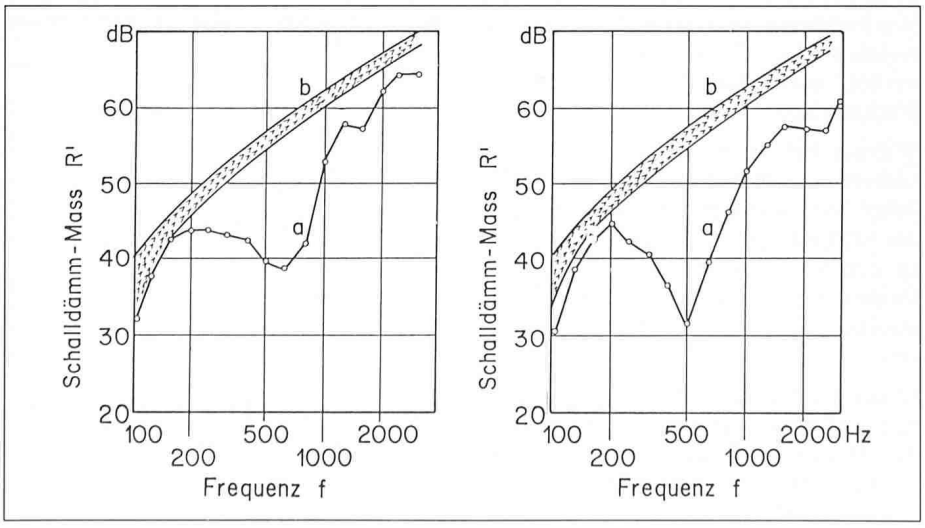
Bei der Sanierung von Aussenwänden unterscheidet man je nach Anbringungsart der Dämmschicht zwischen Aussen-, Kern- und Innendämmung (Bild 1).

Eine häufig verwendete Aussendämmung besteht aus einer auf die Aussenseite der Wand gesetzte steife Hartschaumplatte mit einer Deckschicht in Form eines Putzes oder einer Bauplatte (Bild 1a). Diese Wärmedämmung ist schalltechnisch nicht so wirksam, da die steife Verkleidung bzw. Resonanzeffekte die Schalldämmung verschlechtern [6]. Resonanzeffekte lassen sich vermeiden, und die Schalldämmung kann man verbessern, wenn die Deckschicht über Leisten und einer weichen Dämmschicht an der Wand befestigt wird (Bild 1b). Als Deckschicht können z.B. Faser-Zement-Tafeln, Leichtmetallprofile oder Kunststoffplatten und als weiche Dämmschicht Mineral- oder Glasfaserplatten verwendet werden.

Bei der Kerndämmung verbessert eine sachgemässe Ausfüllung des Luftspaltes zwischen den beiden Bauteilen mit schüttbarem und festem Dämmaterial den Wärme- und Schallschutz deutlich. Kritisch werden kann eine fehlende Hinterlüftung bei wasserdichten Verblendmauerwerken wegen Durchfeuchtung der Dämmschicht. Schallbrücken in Form von Mörtel- oder Betonbrücken bei unsachgemässer Handhabung der Dämmplatten oder bewusster starrer Verankerung der beiden Schalen müssen auf jeden Fall vermieden werden (Bild 1c). Das Ausschäumen des Luftspaltes mit Aminoplast oder Hartschaum ist wegen der starren Verbindung, die zu Resonanzeffekten führen kann, ebenfalls zu vermeiden.

Die Innendämmung (Bilder 1e und f) hat den Vorteil, dass der Charakter der Aussenfassade nicht verändert wird, was bei der Sanierung von Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, zu beachten ist. Nachteile beim Anbringen einer innenseitigen Wärmedämmschicht sind die Verringerung der Nutz- oder Wohnfläche sowie die Gefahr einer Durchfeuchtung von innen und einer erhöhten Längsleitung des Schalles bei bestimmten Dämmstoffen. Bei der Verwendung von steifen Innenverkleidungen aus Gipskarton und Polystyrol-Hartschaumplatten (Bild 1e) tritt ein unliebsamer Resonanzeffekt auf (Bild 2), der auf Grund erhöhter Schall-Längsleitung den Schallschutz über- und nebeneinanderliegender Wohnräume ganz erheblich verschlechtern kann, wie Gösele nachgewiesen hat [7, 11, 12]. Dabei wirken die Gipskartonplatte P und die steife Dämmschicht D aus Hartschaumplatten wie ein resonanzfähiges Masse-Feder-System mit einer typischen Resonanzfrequenz f_R im Bereich von 300 bis 500 Hz, also mitten im bauakustisch interessanten Frequenzbereich (Bild 3). Die erhöhte Schall-Längsleitung setzt die Schall-

Bild 3. Schalldämmung zwischen übereinanderliegenden Wohnräumen in Mehrfamilienhäusern nach [12]; a mit Verkleidung der Aussenwände, auf ihrer Innenseite mit Polystyrol-Hartschaumplatten und Gipsputz, b Vergleichswerte aus anderen Bauten ohne Verkleidung



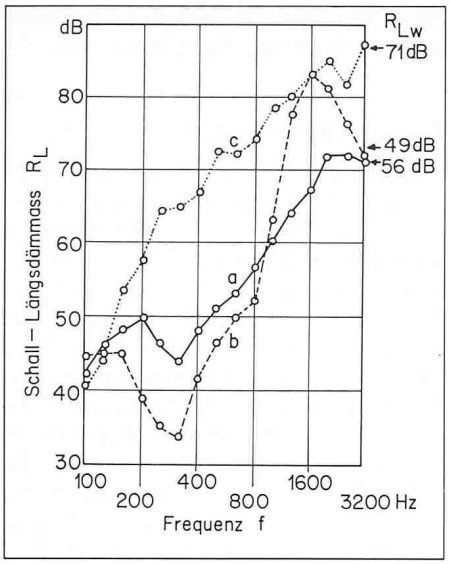


Bild 4. Schall-Längsdämmungen einer Aussenwand mit Innendämmung (Laborwerte) nach [5]; a Wand ohne Verkleidung, b Verkleidung aus Gipskarton- und Hartschaumplatten, mit Gipspflastern befestigt (verschlechterte Längs-Schalldämmung wegen Resonanz), c Verkleidung aus Gipskartonplatten, auf 30 mm Mineralfaserplatten vollflächig geklebt (verbesserte Längs-Schalldämmung)

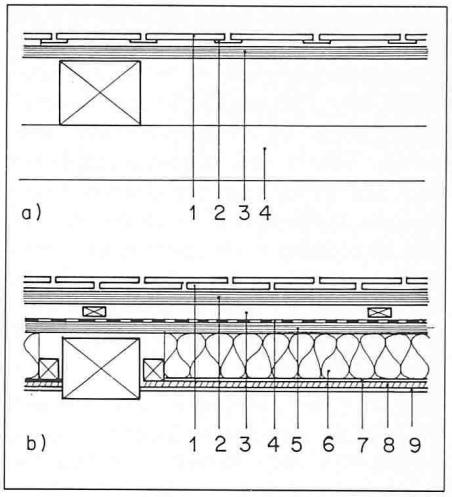


Bild 5. Wärmedämmende Dachsanierung nach [13]; a) vor der Sanierung, 1 alte Dachziegel, 2 Holzschindeln, 3 Schalung 30 mm, 4 Andreaskreuz; b) nach der Sanierung, 1 Biberschwanz-Doppeldekkung, 2 Dachlattung 24/38 mm, 3 Konterlattung 24/48 mm, 4 Glasvliesbitumen-Dachbahn, 5 rauhe Schalung 24 mm, 6 Wärmedämmung 100 mm, 7 Dampfsperre, 8 Holzspanplatten 16 mm, 9 Spachtelputz

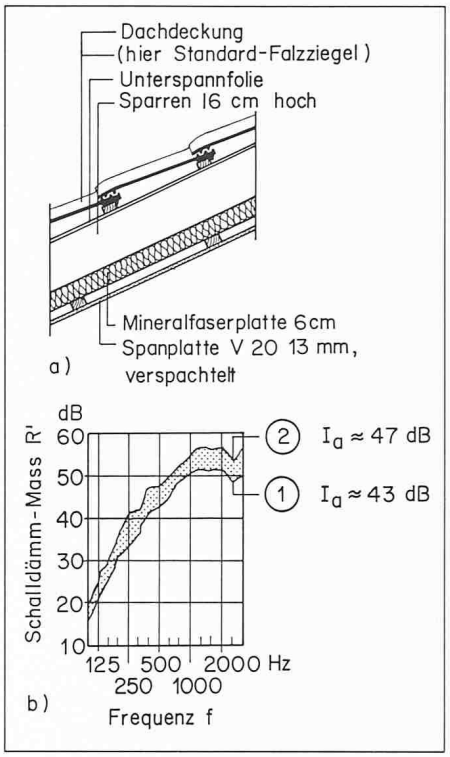


Bild 6. Verschiedene Ziegel- oder Dachpfanneneindeckungen mit gleicher unterseitiger Verkleidung nach [14]; a) sanierter Ziegeldachaufbau; b) möglicher Bereich der Schalldämmung

dämmung des trennenden Bauteils (Decke in Bild 2) erheblich herab.

Eine deutliche Verminderung des Luftschallschutzes bei einer Innenverkleidung mit Gipskarton- und Hartschaumplatten wegen Resonanzerscheinungen zeigt das Beispiel im Bild 4, Kurve *b*. Diese Verschlechterung liegt im Frequenzbereich unterhalb von 1000 Hz, und die Resonanzfrequenz f_R ist 350 Hz. Diese Minderung des Luftschallschutzes kann man vermeiden, wenn statt steifer Hartschaumplatten weichfedernde Mineral- oder Glasfaserplatten verwendet werden (Bild 4, Kurve *c*). Obwohl diese Verschlechterung infolge der innenseitigen Verkleidung mit steifen Dämmplatten schon seit langem bekannt ist, liegt diese Ausführungsart in der Liste der akustischen Baumängel sehr weit oben, nicht zuletzt wohl deshalb, weil die Gipskarton-Hartschaum-Platte einfach zu verarbeiten ist.

Dach

Bei der Sanierung von Dächern unterscheiden sich die Wärme- und Schallschutzmassnahmen je nach Art des Daches (Flachdach oder geneigtes Dach) bzw. der Lage der Dämmschicht. Beim Flachdach kann die Dämmschicht entweder aussen unter der Kiesschicht oder innen zwischen den Dachsparren des Gebälks angebracht werden. Bild 5 zeigt einen alten Dachbau vor und nach der Sanierung [5, 13]; die Dämmplatten sollen bis 120 mm dick sein und ein Raumgewicht von über 30 kg/m³ haben. Der Wärmedurchgangskoeffizient liegt bei etwa 0,3 W/m² K [10].

Bild 7. Möglichkeiten der Schall- und Wärmedämmung von Decken nach [5]; a und b) Decke mit Auflage; c bis e) Decke mit Unterdecke

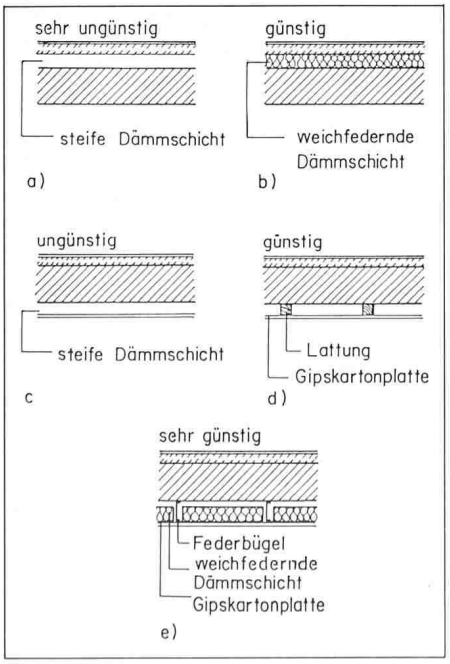


Bild 8. Holzbalkendecke a) vor und b) nach der Sanierung nach [15]

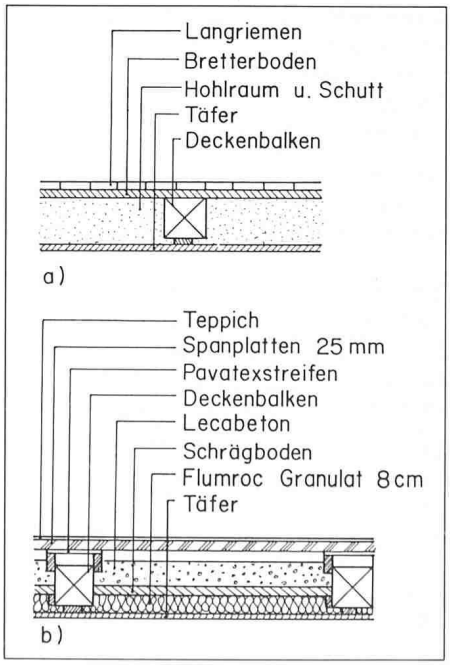
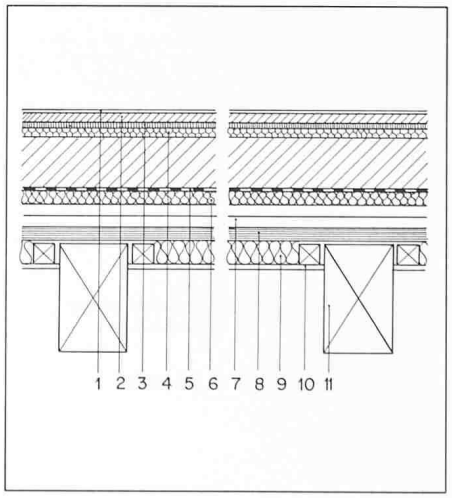


Bild 9. Sanierung einer Holzbalkendecke mit mehrlagigen Dämmschichten nach [13], Fussbodenaufbau 2. Obergeschoss (Bad/Küche): 1 PVC 2 mm, 2 Holzspanplatten 22 mm, 3 Bitumenweichfaser-Platten 10 mm, 4 Trittschall-Dämmplatten 25/20 mm, 5 Liaporbeton 10 bis 12 cm im Mittel, 6 Trittschall-Dämmplatten 30/25 mm, 7 Ausgleichstyropor 25 bis 50 mm (ein- bis zweilagig), 8 alter Dielenboden, 9 Steinwolle-Dämmatten 50 mm, 10 Rigipsplatten 12,5 mm, 11 Deckenbalken sichtbar



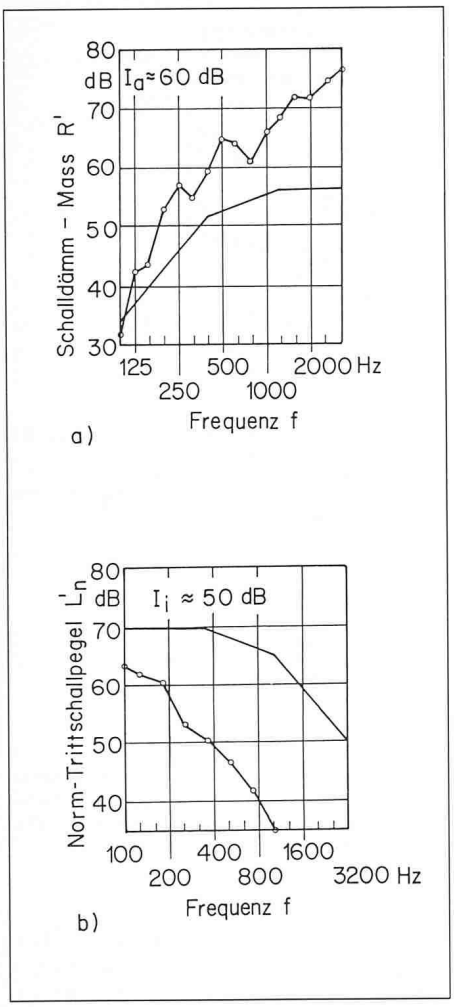
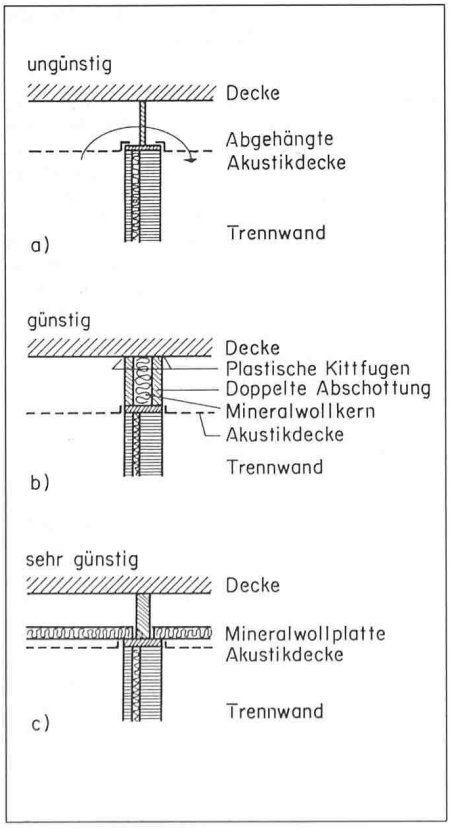


Bild 10. Sanierte Holzbalkendecke nach Bild 9; a) Luftschalldämmung; b) Trittschalldämmung

Bild 11. Massnahmen gegen Schallübertragungen bei Unterdecken nach [15]



Die Wärme- und Schalldämmung einer einfachen Ziegeleindeckung (Luftschallisolationsindex $I_a \approx 21$ dB) wird durch eine Dämmschicht aus Mineralfaserplatten im Hohlraum und eine dichte Schale aus Gipskartonplatten oder Spanplatten an der Unterseite der Sparren verbessert [14]. Durch die damit entstandene Zweischaligkeit lässt sich in Verbindung mit guter Hohlraumdämpfung eine erhebliche Steigerung der Schallisolation (I_a bis 47 dB) erzielen (Bild 6).

Damit beim Verlegen der Dämmschicht an geneigten Dächern keine Leckstellen oder Schall- und Wärmebrücken entstehen, werden die Mineralfaserplatten bis zur Unterkante des Kniestockes gezogen. Zur Verhinderung von Wasserkondensation ist bei allen Dämmassnahmen im Bereich des Daches eine geeignete Hinterlüftung und/oder Dampfsperre vorzusehen.

Geschossdecken

Die Sanierung von Geschossdecken bereitet einige Schwierigkeiten wegen der begrenzten statischen Belastbarkeit solcher Decken und wegen der Notwendigkeit, eine bestimmte Zimmerhöhe einzuhalten bzw. das Volumen der Räume durch abgehängte akustische Dekken nicht zu stark zu verkleinern.

Auflagen (Bilder 7a und b) oder Unterdecken (Bilder 7c, d und e) können den Trittschall- und den Luftschallschutz von Decken erhöhen. Die einfachste Verbesserung einer Decke (mit niedriger statischer Belastbarkeit) durch Auflagen besteht darin, auf dem alten Boden über einer Ausgleichsschicht Trittschalldämmplatten, Holzspanplatten und Parkett oder einen Teppich zu verlegen. Bild 8 zeigt eine Holzbalkendekke vor und nach der Sanierung [15]. Die sanierte Decke hat einen Luftschall-Isolationsindex I_a von 47 dB und einen Trittschall-Isolationsindex I_i von 68 dB.

Aufwendigere Massnahmen (Voraussetzung: hohe statische Belastbarkeit) führen zu besseren Luftschall- und Trittschallisolationen. Bild 9 zeigt die Sanierung einer Holzbalkendecke mit mehrlagigen Dämmschichten und Leichtbeton zur Erhöhung des Flächengewichts, Bild 10 die erzielte Luftschall- und Trittschalldämmung.

Decken kann man auch durch das Anbringen von Unterdecken aus Mineralfaserplatten (etwa 40 mm dick, Raumgewicht 30 bis 100 kg/m³) mit Gipskartonplatten sanieren. Da starre Verbindungen der Unterdecken Schallübertragungen begünstigen, werden weichfedernde Befestigungen wie Federbügel (Bild 7e) oder Federschienen aus dünnem, perforiertem Blech bevorzugt.

Innen- und Trennwände

Die Sanierung von Innenwänden ist meist nicht mit besonderen Problemen verbunden. Die massiven Innenwände alter Gebäude bedürfen häufig keiner Verbesserungen. Beim Ersatz alter oder beim Einbau neuer Wände ergeben moderne Montagewände die erforderliche Dämmung. Dabei ist zu beachten, dass durch das Anbringen von steifen Wärmedämmplatten keine Resonanzerscheinung ermöglicht wird bzw. die Schall-Längsleitung übereinanderliegender Räume erhöht und die Schalldämmung verschlechtert wird (s. Bild 2).

Bei der Montage von Trennwänden unter durchgehenden Unterdecken ist zu beachten, dass der Schall nicht durch den Hohlraum zwischen der Decke und der abgehängten Akustik-Decke übertragen wird (Bild 11a). Gegen solche Schallübertragungen kann eine dichte vertikale Abschottung (Bild 11b) und/oder eine horizontale Abschottung (Bild 11c) eingebaut werden.

Fenster

Fenster bilden im allgemeinen thermische und bauakustische Schwachstellen der Aussenhaut eines Gebäudes. Die Wärme- und Luftschalldämmung eines Fensters sind nicht nur von der Art des Einbaus, sondern auch von der Formbeständigkeit der Fensterrahmen, der Beschläge und Dichtungen sowie von deren Elastizität und Abnutzungsbeständigkeit abhängig. Deshalb wird bei Altbausanierungen den Fenstern eine besondere Beachtung geschenkt.

Altbaufenster werden renoviert, wenn sie unter Denkmalschutz stehen oder wenn ihr Ersatz aus Kostengründen nicht vertretbar ist. Für die Isolation von Fenstern sind die Verglasung, die Rahmen und die Dichtungen von Bedeutung. Im folgenden werden einige Verbesserungsmassnahmen für Altbaufenster genannt:

- Austausch der vorhandenen dünnen Scheiben gegen dickere oder Vergrösserung der Glaswand durch Zusatzscheiben,
- Erhöhung der Dichtigkeit zwischen Fenster und Wand und besonders zwischen Blendrahmen (äusserer Rahmen) und Flügelrahmen (innerer Rahmen) sowie Abdichten von Fugen und Rissen im Bereich der Brüstung, des Fensterbretts und des Blendrahmens,
- Verbesserung der Schalldämmung

durch Vorsatzschalen auf der Innenseite (z.B. Vorhänge, Vorsatzscheiben) und auf der Aussenseite (z.B. Rolläden).

Beim Austausch der Verglasung zur Ermittlung der erforderlichen Glasdicke lässt sich der erreichbare Luftschall-Isolationsindex mit folgenden Näherungsformeln abschätzen [16, 17]:

- für Einfach-Verglasung

$$I_a \approx 35 + 15 \log \left(\frac{d_{Gl}}{d_0} \right) [\mathrm{dB}],$$

wobei d_{Gl} Glasdicke und d_0 Bezugsdicke in mm (d_0 = 10 mm),

- für Doppel-Verglasung

$$I_a \approx 32 + 15 \log \left(\frac{d_L}{d_0} \right) + 25 \log \left(\frac{d_{Gl}}{d_0} \right) [\mathrm{dB}],$$

wobei d_L Dicke der Luftschicht, d_{Gl} Gesamtglasdicke (Dicke beider Scheiben zusammen) und d_0 Bezugsdicke in mm (d_0 = 10 mm).

Das extrem ungünstige Verhalten der Altbaufenster ist weniger auf die Verglasung als auf Undichtigkeit zurückzuführen [18]. Dichtungen in den Fugen sind früher in der Regel nicht verwendet worden. Bild 12a zeigt die Verbesserung der Fugendichtung durch eine Dichtmasse aus Silikonkautschuk [17] und Bild 12b vergleichbare Messergebnisse der Schalldämmungen von Altbaufenstern [8].

Vorhänge zur Verbesserung der Schalldämmung von Fenstern sollten nur aus schweren und dichten Materialien (z.B. Bleigummi) angefertigt werden. Die Schalldämmung kann auch durch Vorsatzfenster verbessert werden. Bild 13 zeigt die stufenweise Verbesserung eines undichten Holzfensters mit $I_a \approx$ 19 dB.

Herabgelassene Aussenrolläden verbessern die Wärme- und Schalldämmung ebenfalls. Wenn die Rolläden ziemlich nahe am Fenster montiert sind, wird die Schalldämmung verschlechtert. Deshalb muss der Abstand zwischen Fenster und Rolladen grösser als etwa 100 mm sein. Bild 14 zeigt die Beeinflussung der Schalldämmung von Fenstern durch Aussenrolläden im Abstand von 30 mm bzw. 140 mm. Für eine optimale schalltechnische Sanierung der Rolläden sollte der Rolladenkastendeckel abgedichtet, mit Stahlblech oder Bleiblech beschwert und die Rolladenkasten-Innenfläche, soweit technisch möglich, mit Mineralfasermaterial ausgekleidet sein.

Türen

Bei der Sanierung von Türen genügt es nicht, nur die Schalldämmung des Türblattes zu verbessern, sondern auch die Dichtungen zwischen Zarge und Türblatt bzw. Zarge und Wand sowie die Dichtung am Boden. Meistens handelt es sich um undichte Türen mit grossen Fugen, die einen geschätzten Luftschall-Isolationsindex $I_a \approx$ 15 dB haben. Die Schalldämmung des Türblattes lässt sich durch Anbringen von Mineralfaserwolle im Hohlraum und Gipskartonplatten auf der Lattung erhöhen.

Kammer-, Schlauch- oder Lippenprofile verbessern die Dichtung zwischen Zarge und Türblatt. Die Einfederung der Kammer- und Schlauchprofile ist aber häufig zu gering bzw. der Anpress-

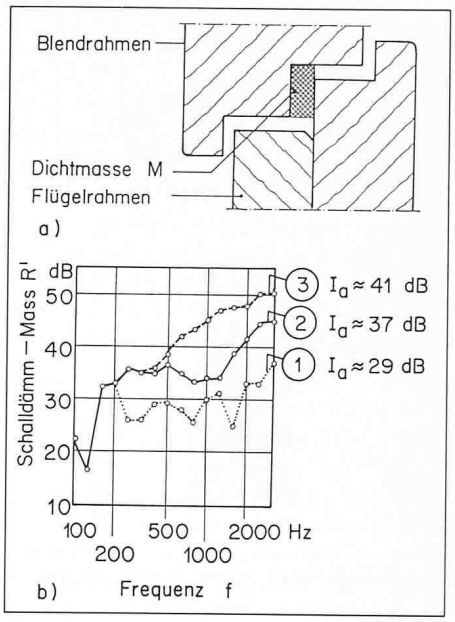


Bild 12. Altbaufenster; a) Verbesserung der Fugendichtung; b) vergleichbare Schalldämmungen, 1 undichtes Fenster, 2 Fenster mit Dichtmasse M aus Silikonkautschuk, 3 Fenster mit völlig gedichteten Fugen

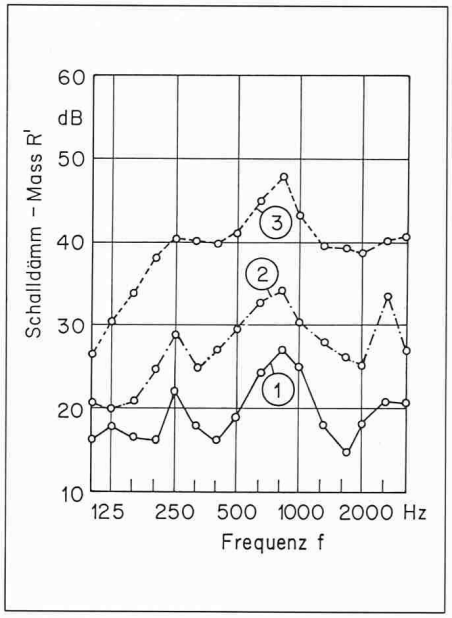
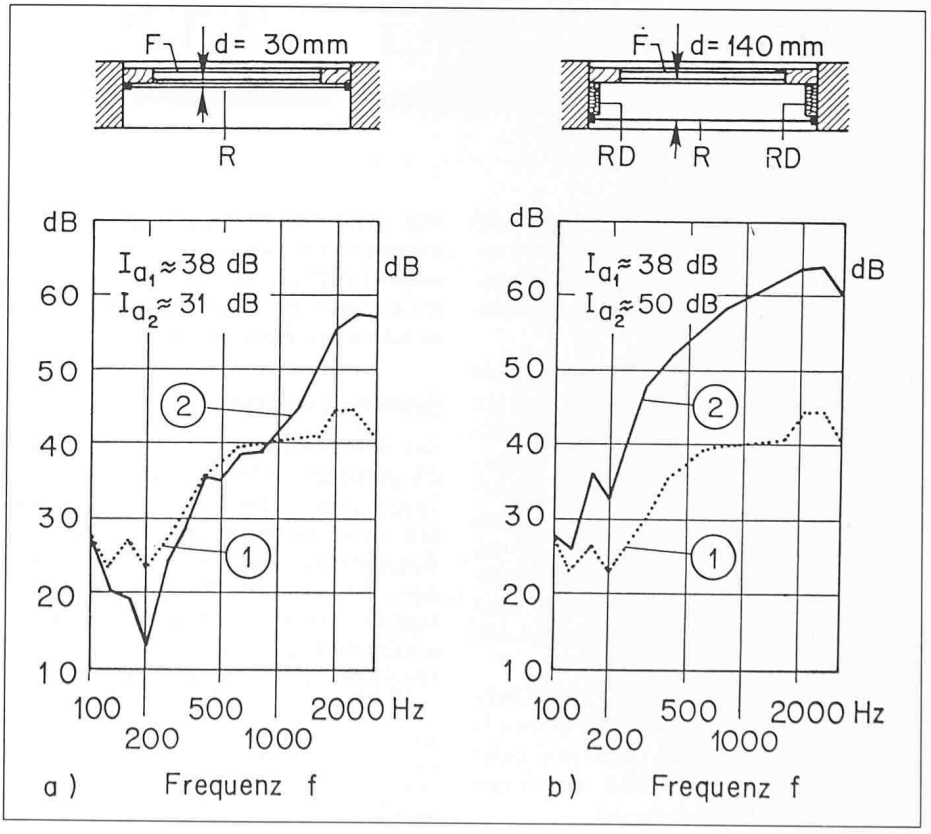


Bild 13. Verbesserung alter Holzfenster nach Moll [19]; 1 altes Holz-Verbundfenster ohne Dichtung, $I_a \approx$ 19 dB; 2 wie 1, jedoch mit zusätzlicher Falzdichtung, $I_a \approx$ 29 dB; 3 wie 2, jedoch mit Vorsatzfenster in 35 mm Abstand, $I_a \approx$ 41 db

Bild 14. Beeinflussung der Schalldämmung von Fenstern durch Aussenrolläden R (Rolladen herabgelassen) nach [20]; a) Verschlechterung der Schalldämmung, da Abstand Fensterscheibe/Rolladen nur 30 mm; b) Verbesserung der Schalldämmung, da Abstand Fensterscheibe/Rolladen 140 mm und Schallabsorptionsmaterial RD in der Wandnische, 1 Fenster allein, 2 Fenster mit Rolladen



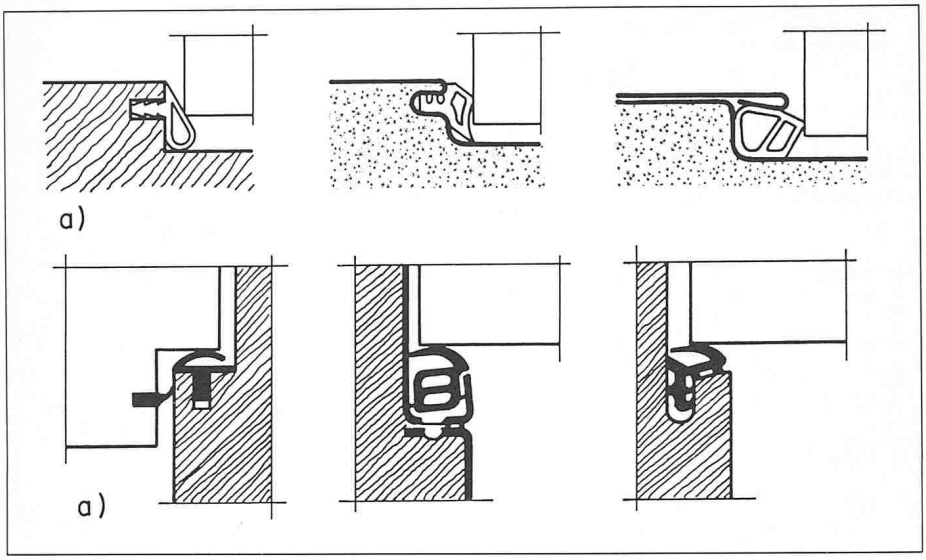
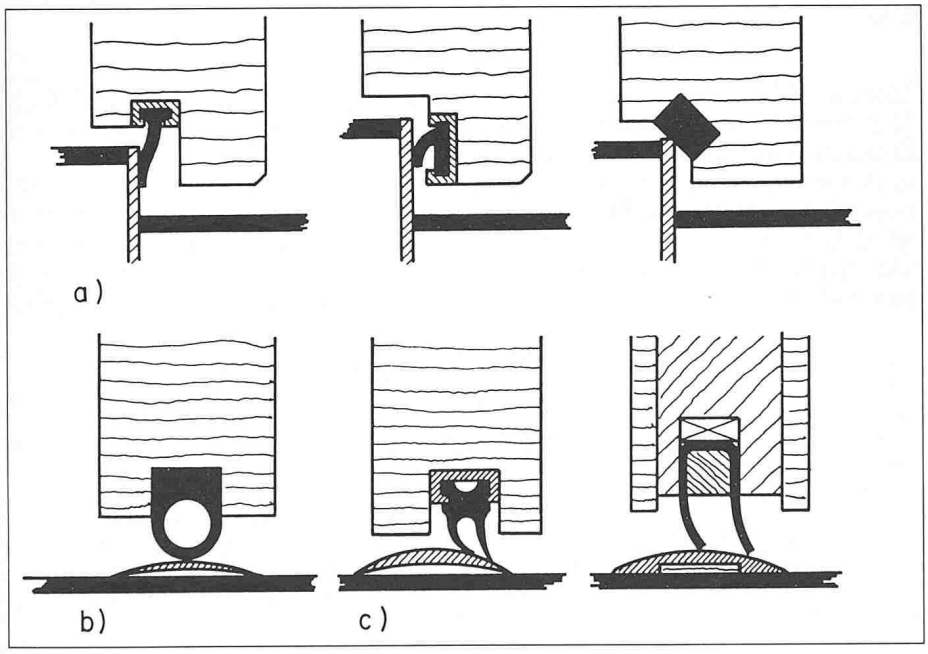


Bild 15. Zargendichtung bei Türen nach [14]; a) ungünstige Kammer- und Schlauchprofile; b) günstige Lippenprofile

Bild 16. Beispiele für Türschwellendichtungen nach [21]; a) Türschwellenanschlag mit Dichtung; b) Höckerschwelle mit Hohlgummiprofil; c) Höckerschwelle mit Gummilamellen



druck zu gross und deshalb ungünstig (Bild 15a). Im Gegensatz dazu sind Lippenprofile geeigneter wegen ihrer guten Einfederung bei kleinem Anpressdruck (Bild 15b).

Damit es nicht zu beträchtlichen Dämmverlusten zwischen Holzzarge und Wand kommt, müssen alle Hohlräume mit Mineralwolle gut ausgestopft und auf beiden Seiten mit dauerelastischem Kitt oder mit fest eingepresstem, bitumengetränktem Schaumgummiband abgedichtet werden. Stahlzargen sitzen satt im Mauerwerk und brauchen meist keine zusätzlichen Abdichtungen [21].

Ein Türschwellenanschlag mit Dichtung (Bild 16a), mit Höckerschwelle und Hohlgummiprofil (Bild 16b) oder mit Gummilamellen (Bild 16c) kann die Fuge am Boden abdichten.

Mit den beschriebenen Sanierungsmassnahmen kann an Türen ein Luftschall-Isolationsindex von 35 bis 45 dB erzielt werden, vorausgesetzt, die Schallisolation der Wand ist noch höher.

Sanitäre Installationen

Bei der Altbausanierung wird häufig die gesamte alte Wasser- und Heizungsanlage ersetzt. Geräuscharme Armaturen, eine sachgemässe Verlegung der Installations- und Heizungsleitungen bzw. die Montage aller Installationsanlagen unter Vermeidung von Körperschallbrücken sind Voraussetzungen für einen ausreichenden Schallschutz.

Adresse des Verfassers: *P. Teodorescu*, dipl. Masch.-Ing. SIA/VDI, Leitender Ingenieur, Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG, 5401 Baden.

Literatur

[1] *Cremer, L.:* Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik. Band I. Stuttgart: S. Hirzel Verlag 1978.
[2] *Schaudinischky, L. H.:* Kurze Kulturgeschichte des Lärms. Z. f. Lärmbekämpf. 28 (1981) H. 6, S. 165–168.
[3] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz [USG]). Bern 1983.
[4] *Schumacher, R.:* Fragen des Schallschutzes bei der Altbausanierung. Vortr. Fachtag. «Stadterneuerung, Stadtumbau und Modernisierung». München 1979.
[5] *Schumacher, R.; Koch, S.:* Schallschutz bei der Altbausanierung. WKSB Sonderausg. 5. Aug. (1980), S. 53–62.
[6] *Gösele, K.; Schüle, W.:* Schall - Wärme - Feuchtigkeit. 4. Aufl., Wiesbaden: Bauverlag 1977.
[7] *Gösele, K.; Kühn, B.:* Wärmedämmung von Aussenwänden und Schallschutz. Ges. Ing. 96 (1975), H. 6, S. 149 - 155.
[8] *Gösele, K.; Lakatos, B:* Massnahmen zur Verbesserung des Schallschutzes bei Altbaufenstern. Teil 1 Forschber. IBP 78-105 04 501, Umweltbundesamt, Berlin 1979.
[9] *Mechel, F.P.:* Schall- und Wärmeschutz, ein Widerspruch? VDI-Ber. Nr. 336, S. 75–81. Düsseldorf: VDI-Verlag 1979.
[10] *Werner, H.:* Bedeutung des Wärmeschutzes für die Modernisierung. Vortr. Fachtag. «Stadterneuerung, Stadtumbau und Modernisierung». München 1979.
[11] *Gösele, K.:* Verschlechterung der Schalldämmung von Decken und Wänden durch anbetonierte Wärmedämmplatten. Ges. Ing. 82 (1961), H. 11, S. 333–338.
[12] *Gösele, K.:* Mangelhafter Schallschutz, weil der Wärmeschutz verbessert wurde. Bundesbaubl. 25 (1976), H. 6, S. 271–273.
[13] *Rösemann, S.:* Sanierung eines alemannischen Fachwerkhauses in Markgröningen (nicht veröffentlicht).
[14] *Sälzer, E.; Moll, W.; Wilhelm, H.-K.:* Schallschutz elementierter Bauteile. Wiesbaden: Bauverlag 1979.
[15] *Lauber, E.:* Schallisolation. ETHZ 1980/81.
[16] *Gösele, K.; Lakatos, B.:* Berechnung der Schalldämmung von Fenstern. IBP-Mitt. 21 (1976).
[17] *Gösele, K., Lakatos, B.:* Schalldämmung von Fenstern und Verglasungen. FBW-Bl. 4 (1977), S. 105–108.
[18] *Gösele, K.:* Schallschutz von Aussenbauteilen. Betonwerk + Fertigteil-Tech. 1 (1976), H. 3, S. 3–8.
[19] *Moll, W.:* Schalldämm-Messungen an Fenstern - Ergebnisse von 300 Untersuchungen an Bauten. WKSB 8 (1979), S. 10–17.
[20] *Lutz, P., Lakatos, B.:* Schalldämmung von Rolläden und Rolladenkästen. Kampf d. Lärm 24 (1977), H. 2, S. 56–59.
[21] *Schulz, P.:* Schallschutz, Wärmeschutz, Feuchteschutz, Brandschutz im Innenbau. Stuttgart: Dt. Verlagsanstalt 1980.

Auszug im Hinblick auf die Probleme der Bauakustik aus einem Vortrag des Verfassers «Neue und alte Fragen der Akustik im Bauwesen vom antiken Theater bis zum heutigen Mehrfamilienhaus» vom 7. Juni 1984 an der HTL Windisch-Brugg vor der SIA-Sektion Baden.